

DESARROLLO DE UNA BEBIDA A PARTIR DE LEGUMINOSAS: CHOCHO (*Lupinus mutabilis*) Y HABA (*Vicia faba*) COMO ALTERNATIVA AL CAFÉ

DEVELOPMENT OF A BEVERAGE FROM LEGUMES: CHOCHO (*LUPINUS MUTABILIS*) AND FAVA BEAN (*VICIA FABAE*) AS AN ALTERNATIVE TO COFFEE

Luis Eduardo Zúñiga Moreno¹, Melanie Geomayra González Crespo², Daniela Vanessa Chilán Carrasco³, Corín Melina Rúa Perlaza⁴, Dayana Tairy Tapia Alvarado⁵, Anthony Josué Beron Ochoa⁶.

{lezm.jjlp@gmail.com¹, geo-07-mela@hotmail.com², dchilan@uagraria.edu.ec³, corinemelinarua@gmail.com⁴, tairytapia07@gmail.com⁵, anthonyberon@outlook.com.ar⁶}

Fecha de recepción: 24/01/2025 / Fecha de aceptación: 07/02/2015 / Fecha de publicación: 03/03/2025

RESUMEN: Las bebidas que contienen café generan ganancias millonarias, por la experiencia sensorial que brindan y por su contenido de cafeína, posicionándose como preferidas a nivel mundial; sin embargo, su consumo excesivo está relacionado con afecciones cardiovasculares, dependencia a la cafeína y sobreestimulación del sistema nervioso. En ese contexto, las bebidas a base de leguminosas han surgido como alternativas prometedoras, destacando su composición nutricional y beneficios a la salud. Por ello, esta investigación, de tipo experimental, se plantea obtener una bebida libre de cafeína, proteica y baja en grasa que semeje al café tradicional. Para lograrlo, se desarrollaron tres condiciones de tostado; las mismas que, mediante un análisis cuantitativo descriptivo (Flash Profile), establecieron que los factores de tostado idóneos para desarrollar atributos sensoriales similares al café comercial en chocho son a 180 °C por 45 minutos y en el haba es de 60 minutos. La prueba de aceptación de la bebida conllevó el desarrollo de tres formulaciones, cada una por triplicado con diferentes concentraciones de chocho (*L. mutabilis*) y haba (*Vicia faba*), donde se

¹Instituto de Investigación “Ing. Jacobo Bucaram Ortiz. PhD.”, Universidad Agraria del Ecuador-Ecuador, <https://orcid.org/0000-0002-1143-9022>.

²Carrera Agroindustria, Facultad de Ciencias Agrarias “Ing. Jacobo Bucaram Ortiz. PhD.”, Universidad Agraria del Ecuador-Ecuador, <https://orcid.org/0009-0006-0384-5078>.

³Carrera Agroindustria, Facultad de Ciencias Agrarias “Ing. Jacobo Bucaram Ortiz. PhD.”, Universidad Agraria del Ecuador-Ecuador, <https://orcid.org/0009-0005-2000-5049>.

⁴Carrera Agroindustria, Facultad de Ciencias Agrarias “Ing. Jacobo Bucaram Ortiz. PhD.”, Universidad Agraria del Ecuador-Ecuador, <https://orcid.org/0009-0002-3358-2118>.

⁵Carrera Agroindustria, Facultad de Ciencias Agrarias “Ing. Jacobo Bucaram Ortiz. PhD.”, Universidad Agraria del Ecuador-Ecuador, <https://orcid.org/0009-0007-4928-0751>.

⁶Carrera Agroindustria, Facultad de Ciencias Agrarias “Ing. Jacobo Bucaram Ortiz. PhD.”, Universidad Agraria del Ecuador-Ecuador, <https://orcid.org/0009-0007-1018-8157>.

estudiaron aspectos fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales. Los resultados de esta investigación revelaron que la formulación 2 obtuvo mayor aceptación en todos los parámetros evaluados, clasificándose como “Me gusta extremadamente” según la escala hedónica. Asimismo, F3 y F1 mostraron ser menos aceptados por su perfil sensorial. Los resultados de los análisis fisicoquímicos demostraron que el contenido de proteínas fue de 28.03 %, sólidos solubles 93.22 %, humedad 3.21 %, cenizas 4.38 %, lípidos 3.40 %, carbohidratos 62.10 %, según la norma NTE INEN-ISO 11294 y NTE INEN 2679. Los análisis microbiológicos revelaron que este producto cumple con los requisitos establecidos en la norma NTE INEN 1529-10, referente al recuento de mohos y levaduras en alimentos (<10 UFC/g).

Palabras clave: chocho, haba, proteína, sucedáneo, aceptación sensorial

ABSTRACT: Beverages that contain coffee generate millions in profits due to the sensory experience they provide and their caffeine content, positioning them as worldwide favorites; however, excessive consumption of this alkaloid triggers health issues. In that context, legume-based beverages have emerged as promising alternatives, highlighting their nutritional composition and health benefits. Therefore, this experimental research aims to obtain a caffeine-free, protein-rich, low-fat beverage resembling traditional coffee. To achieve this, three roasting conditions were developed; through a descriptive quantitative analysis (Flash Profile), established that the ideal roasting factors to develop sensory attributes similar to commercial coffee in tarwi are at 180 °C for 45 minutes. In the bean, it is 60 minutes. The acceptance test of the beverage involved the development of three formulations, each in triplicate with different concentrations of tarwi (*L. mutabilis*) and broad fava bean (*Vicia faba*), where physicochemical, microbiological, and sensory aspects were studied. The results of this research revealed that formulation 2 received higher acceptance in all evaluated parameters, being classified as "Extremely liked" according to the hedonic scale. Likewise, [IN1] F3 and F1 were shown to be less accepted due to their sensory profile. The results of the physicochemical analyses showed that the protein content was 28.03%, soluble solids 93.22%, moisture 3.21%, ash 4.38%, lipids 3.40%, carbohydrates 62.10%, according to the NTE INEN-ISO 11294 and NTE INEN 2679 standards. The microbiological analyses revealed that this product meets the requirements established in the NTE INEN 1529-10 standard, regarding the count of molds and yeasts in food (<10 CFU/g).

Keywords: tarwi, fava bean, protein, substitute, sensory acceptance

INTRODUCCIÓN

El café es una materia prima agrícola de enorme valor y aprecio en la sociedad actual; su mercado mundial se valora en más de 200 billones de dólares anuales con una producción aproximada de 178 millones de bolsas de 60 kg para el año 2022–2023 (1). Es un producto que goza de una excepcional aceptación alrededor del mundo y su consumo está vinculado a

tradición cultural e interacción social, pero también debido a sus atributos sensoriales (2) asimismo, su popularidad se atribuye a su apreciable acción energizante debido a la presencia de cafeína, el cual es un alcaloide estimulante del sistema nervioso central (3). Sin embargo, también existen opiniones que sugieren evitar o limitar su consumo debido a los nexos con diferentes afecciones a la salud, entre las que se mencionan el aumento de la presión sanguínea, trastornos del sueño, ansiedad (4), incremento del riesgo de cáncer del sistema digestivo (5), además de algunos problemas de sostenibilidad e inequidad a lo largo de la cadena de valor del café (6).

Debido a estas circunstancias, en los últimos años, ha aumentado el interés por desarrollar alternativas de bebidas más saludables y sostenibles al café tradicional. Entre las opciones consideradas, algunas bebidas a base de leguminosas han surgido como alternativas prometedoras, destacando por su notable composición nutricional y potenciales beneficios a la salud (7). Entre estas resaltan *Lupinus mutabilis* (chocho, tarwi, altramuza, lupino andino, etc.) y *Vicia faba* (haba), las cuales son fuente apreciable de proteína, fibra, entre otros componentes (8) y (9), convirtiéndolas en candidatos idóneos en el desarrollo de nuevos productos alimenticios.

L. mutabilis es una especie originaria de la región Andina (10). Entre las propiedades que han atraído la atención de la comunidad científica e industrial (11), destacan su elevado contenido proteico (41% - 51%), considerable presencia de fibra, zinc, hierro, además no posee gluten (12). También contiene valores considerables de grasas (18.38% - 21.16%), compuestas principalmente de los ácidos grasos: oleico (omega 9), linoleico (omega 6) y palmítico (omega 3) (13). Adicionalmente, el consumo de *L. mutabilis* ha demostrado poseer actividad biológica como efecto hipoglucemiante (14) e hipocolesterolémico (15).

Vicia faba es una especie de leguminosa muy apreciada y ampliamente consumida alrededor del mundo por su composición nutricional (16). Sobresale por su elevado contenido de proteína (22.8% - 28.3%), valores significativos de 7 de los 9 aminoácidos esenciales, fibra (11.37% - 16.59%) y presencia de varios minerales como zinc, hierro, entre otros (17). Algunos beneficios a la salud reportados del consumo de *V. faba* se derivan de la existencia de compuestos fitoquímicos con acción biológica (18), e involucran la prevención de condiciones tales como hipertensión, obesidad y diferentes tipos de cáncer (19) y (20).

El proceso de tostado es una etapa fundamental en la obtención de sucedáneos del café, ya que transforma las matrices alimentarias a nivel estructural y químico (21). Durante esta etapa, los granos experimentan cambios físicos significativos que facilitan reacciones como la de Maillard y la degradación térmica, permitiendo la formación de compuestos volátiles, pigmentos y sabores complejos.

Estos procesos contribuyen al desarrollo de características organolépticas propias del café como aroma, color, cuerpo y acidez, las cuales influyen en la aceptación sensorial del consumidor (22). Las temperaturas y tiempos usados en este proceso son cruciales, ya que pueden degradar los macronutrientes y minerales presentes en los ingredientes utilizados dado que, un manejo

adecuado del tostado permite obtener un producto que no solo imite las características sensoriales del café tradicional, sino que también cumpla con las expectativas del consumidor (23).

Tomando en cuenta estos precedentes, la presente investigación buscó desarrollar una alternativa más saludable al café tradicional empleando granos de *V. faba* y semillas de *L. mutabilis* como ingredientes principales. El objetivo fue obtener una bebida libre de cafeína, con alto contenido de proteína, baja en grasa que pueda semejar las características organolépticas del café tradicional y atraer a un amplio rango de consumidores, incluyendo aquellos quienes buscan alternativas más saludables y beneficiosas a la salud. Para lograrlo, la investigación se enfocó en evaluar las características sensoriales del tostado de ambas materias primas, así como de la bebida. Además, se determinaron las propiedades fisicoquímicas con la intención de determinar la composición nutricional del producto final. Por último, se examinaron las características microbiológicas con la intención de asegurar el bienestar de los consumidores y la inocuidad del producto.

Al enfocarse en estos aspectos, la investigación busca plantear alternativas saludables e innovadoras empleando la composición nutricional de materias primas poco aprovechadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Proceso de elaboración del sucedáneo a base de chocho (*Lupinus mutabilis*) y haba (*Vicia faba*)

El procedimiento de este estudio de tipo experimental inició con la compra de las materias primas, *Lupinus mutabilis* y *Vicia faba*, adquiridas en un establecimiento comercial ubicado al sur de la ciudad de Guayaquil-Ecuador. Se seleccionaron los especímenes que cumplieran con los criterios establecidos de color, tamaño y forma. Posteriormente, se realizó la remoción de partículas ligeras como polvo, semillas residuales, cáscaras y piedras mediante un proceso de limpieza con flujo de aire controlado.

Los granos seleccionados fueron sometidos a un proceso de desinfección por inmersión en una solución de hipoclorito de sodio con una concentración de 5000 ppm. Tras el tratamiento, se escurrieron y secaron utilizando papel absorbente. Luego, se tostaron en un tostador Probat Brz 4 a una temperatura constante de 180 °C, por 45 minutos para chocho (*Lupinus mutabilis*) y 30 minutos para haba (*Vicia faba*). Después del tostado, los granos se dejaron reposar durante 10 minutos para estabilizar su temperatura.

El siguiente paso consistió en disminuir el tamaño de las materias primas mediante un molino pulverizador de granos (Vivtek Instruments). Las partículas obtenidas fueron sometidas a un tamizado utilizando una malla estandarizada con una apertura menor a 450 micras, logrando una mezcla uniforme. Se llevó a cabo el mezclado de los componentes hasta alcanzar una distribución homogénea. Finalmente, el producto obtenido fue envasado en bolsas de papel Kraft con cierre hermético para garantizar su conservación. Se almacenó en condiciones controladas y a temperatura ambiente.

Proceso de tostado

La optimización de los parámetros de tostado (temperaturas y tiempos) conlleva un proceso fundamental para el desarrollo de propiedades químicas, físicas y organolépticas de importancia en cada materia prima. Se aplicaron tres condiciones de tostado que varían en temperatura y tiempo de exposición, evaluadas mediante un análisis cuantitativo descriptivo (Flash Profile) empleando 30 panelistas entrenados de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Agraria del Ecuador. Estos panelistas analizaron atributos sensoriales característicos del café, como dulzura, amargor, acidez, perfil de sabor y aceptación general.

Formulación y Preparación de la bebida

Se elaboraron tres fórmulas con distintas concentraciones de chocho y haba, como se visualizan en la Tabla 1. La preparación de las muestras se realizó conforme al protocolo establecido en la norma ISO 6668:2008, que regula la preparación de muestras de café verde para análisis sensorial. Tras el proceso de tostado, las muestras fueron molidas hasta alcanzar una coloración entre marrón claro y medio. Se pesaron 7.0 g de muestra por cada 100 ml de agua, colocándolas en tazas de porcelana con una capacidad de 150 ml, previamente higienizadas y libres de olores, grietas, manchas o daños visibles.

El agua fue calentada hasta el punto de ebullición, midiendo el volumen necesario con un cilindro graduado para garantizar precisión. La infusión se dejó reposar durante 3 minutos, permitiendo la sedimentación de partículas tras la etapa de desgasificación. Posteriormente, se retiraron los restos flotantes y se dejó enfriar la muestra hasta alcanzar una temperatura inferior a 55 °C. A cada panelista se le proporcionó una muestra identificada con un número aleatorio, acompañada de 5 g de azúcar y una botella de agua personal para facilitar la degustación.

Tabla 1. Concentraciones para cada fórmula del sucedáneo.

Ingredientes	Fórmula 1 (%)	Fórmula 2 (%)	Fórmula 3 (%)
Harina de chocho	20	15	10
Harina de haba	80	85	90
Total	100	100	100

Nota: Valores proporcionales correspondientes a la formulación del sucedáneo.

Aceptación sensorial de la bebida

La prueba de aceptación sensorial utilizó 100 panelistas no entrenados consumidores frecuentes de café, quienes evaluaron atributos sensoriales del sucedáneo de café como: aroma, color y sabor. Se utilizó una escala hedónica de 9 niveles para medir el nivel de aceptación, donde 1 corresponde a “Me disgusta extremadamente” y 9 “Me gusta extremadamente”. Este

enfoque permitió determinar la percepción global del producto en función de las preferencias de los consumidores.

Análisis fisicoquímicos

Los análisis fisicoquímicos se llevaron a cabo en las muestras del sucedáneo de café, siguiendo los procedimientos establecidos por la Association of Official Analytical Chemists (AOAC), para la evaluación de humedad, método NTE INEN-ISO 11294; para cenizas, método NTE INEN 2679; y sólidos solubles de extracto acuoso, por el procedimiento AOAC 973.21. Se aplicó el método AOAC 974.06 para determinación de carbohidratos, AOAC 984.13 para proteínas empleando método de Kjeldahl y grasas por método de Folch modificado.

Análisis microbiológicos

Los análisis microbiológicos requeridos en este estudio se efectuaron siguiendo el método NTE INEN 1529-10, para recuento de mohos y levaduras. Este método utiliza disoluciones de soluciones amortiguadoras con fosfato a temperaturas de entre 40 ± 45 °C para homogenizar la muestra. La inoculación de la muestra se realiza en placas Petrifilm incubadas a $23 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$ por 5 días.

Análisis estadístico

El análisis estadístico incluyó dos pruebas sensoriales, una descriptiva (Flash Profile) y otra discriminativa (Prueba de aceptabilidad). Se empleó un análisis de varianza (ANOVA) y prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5%, para identificar las principales interacciones entre los factores planteados. Esto permitió determinar las condiciones óptimas de tostado para maximizar la funcionalidad del producto y su calidad sensorial, así como estudiar su incidencia en la aceptabilidad sensorial del sucedáneo de café elaborado a partir de chocho y haba.

RESULTADOS

Optimización de parámetros términos en el proceso de tostado.

En la Tabla 2 y Figura 1 se muestra la formulación y los resultados del análisis sensorial del proceso de tostado del café. La formulación F3 se estableció como mejor aceptada por el panel. Destacando por sus atributos sensoriales, como el aroma, sabor y color los cuales son comparables al café comercial. En contraste con, F2 en donde los panelistas señalaron deficiencias en el aroma y sabor, percibidos como poco agradables. Por último, F1 fue el menos aceptado a causa de la presencia de notas astringentes, afectando de forma negativa la percepción global del producto.

Tabla 2. Optimización del proceso de tostado.

Ingredientes	Formula 1 (°C/min)	Formula 2 (°C/min)	Formula 3 (°C/min)
Chocho	120 /30	170 /60	180 /45
Haba	150 /30	180 /90	180 /30

Nota: Temperaturas y tiempos aplicados en el proceso de tostado para cada materia prima.



Figura 1. Análisis sensorial del proceso de tostado mediante Flash Profile.

Prueba de aceptación sensorial de la bebida

En la Tabla 3 se visualizan los resultados del análisis sensorial realizadas con 100 jueces no entrenados, quienes evaluaron las propiedades organolépticas del sucedáneo de café a base de chocho y haba empleando una escala hedónica. La formulación F2 destacó como la más aceptada para todos los parámetros evaluados, clasificándose como “Me gusta extremadamente” según la escala hedónica. Asimismo, F3 obtuvo una puntuación neutral clasificándose como “Ni me gusta ni me disgusta”, por su parte, F1 mostró menor aceptación entre las formulaciones evaluadas siendo categorizada en la escala como “Me disgusta extremadamente” en todas las características sensoriales analizadas.

Tabla 3. Evaluación organoléptica del sucedáneo de café a base de chocho (*Lupinus mutabilis*) y haba (*Vicia faba*).

Formulaciones	Aroma		Color		Sabor	
	Media	Desviación	Media	Desviación	Media	Desviación
Formulación 1	2.19 ^c	1.2	2.57 ^c	1.1	2.50 ^c	0.9
Formulación 2	4.19 ^a	1.0	4.29 ^a	0.5	4.44 ^a	0.8
Formulación 3	3.25 ^b	1.1	3.31 ^b	1.1	3.12 ^b	1.1

Nota: Prueba de aceptación sensorial en bebida sucedánea del café a base de chocho (*Lupinus mutabilis*) y haba (*Vicia faba*) bajo condiciones específicas

Análisis fisicoquímicos

Los análisis fisicoquímicos realizados al sucedáneo de café, siguiendo la metodología antes mencionada se visualizan en la Tabla 4. Los valores obtenidos en cuanto al contenido de proteínas totales, sólidos solubles, humedad, cenizas, lípidos y carbohidratos. Los valores obtenidos reflejan que el manejo y procesamiento de las muestras permitió obtener un producto que cumple con los estándares establecidos por la normativa ecuatoriana vigente (NTE INEN). El contenido de proteínas totales es representativo de la naturaleza de las leguminosas empleadas, mientras que los sólidos solubles alcanzaron un valor elevado, lo que sugiere una buena extracción de compuestos durante el procesamiento de los pulverizados. Por su parte, los niveles de humedad, lípidos y cenizas se encuentran dentro de los límites esperados para productos similares cuyas técnicas de almacenamiento y conservación son de carácter riguroso destacando que los parámetros analizados son consistentes con los métodos empleados y con las características deseables para sucedáneos de café.

Tabla 4. Indicadores fisicoquímicos del sucedáneo de café a base de chocho (*Lupinus mutabilis*) y haba (*Vicia faba*).

Parámetros	Método Referencia	Resultados	Unidad
*Proteína Total	Kjeldahl AOAC 984.13 (Volumetría)	28.03	%
Sólidos Soluble	AOAC 973.21	93.22	%
Humedad	NTE INEN-ISO 11294	3.21	%
Cenizas totales	NTE INEN 2679	4.38	%
Lípidos	Folch Modificado 1957(Gravimetría)	3.40	%
Carbohidratos	Espectrofotometría Clegg-Antrone	62.10	%

Nota: Resultados del análisis fisicoquímico del sucedáneo de café expresados en valores porcentuales.

Análisis microbiológicos

La Tabla 5 presenta los resultados del análisis microbiológico realizado al sucedáneo de café, demostrando que este producto cumple con los parámetros establecidos en la norma NTE INEN 1529-10 referente al recuento de mohos y levaduras en alimentos.

Tabla 5. Indicadores microbiológicos del sucedáneo de café a base de chocho (*Lupinus mutabilis*) y haba (*Vicia faba*).

Parámetros	Método	Resultados	Unidad	Límites
Mohos/ Levaduras	NTE INEN 1529-10 (Recuento en placa)	<10	UFC/g	100 UFC/g

Nota: Análisis microbiológicos en formulaciones estudiadas.

DISCUSIÓN

El proceso de tostado en la elaboración de sucedáneos del café es un aspecto crítico, puesto que, durante esta etapa, ocurren cambios químicos y físicos primordiales en las materias primas. Entre las transformaciones más relevantes se encuentra la reacción de Maillard, en donde la interacción de azúcares reductores y aminoácidos da lugar a compuestos aromáticos, sabores complejos, los cuales contribuyen a la obtención de características sensoriales deseables. Según (27), la formación de estos compuestos se origina principalmente en el tostado, donde factores como la temperatura y el tiempo son determinantes. Esta hipótesis coincide con lo descrito por (28), quienes señalan que la composición volátil de matrices que emplean el fruto de baobab (*Adansonia digitata*) en la elaboración de café genera compuestos como pirazinas, fenoles y furanos, desempeñando un papel crucial en la aceptación sensorial de productos sucedáneos. De manera similar, (29) señala que el perfil de sabor se ve influenciado significativamente por él y el grado de tostado. En su estudio sobre el café turco, evidenció que la temperatura y el tiempo aplicados durante el tostado afectan atributos como sabor, cuerpo y aceptación general. Estos resultados refuerzan la hipótesis de este estudio, que propone que los factores de tostado son decisivos para optimizar las propiedades organolépticas y la calidad del sucedáneo.

Otro aspecto relevante es la degradación de nutrientes durante el tostado. (30) menciona que el uso de altas temperaturas incrementa la pérdida de nutrientes y minerales esenciales, mientras que a temperaturas más bajas las pérdidas se minimizan, lo cual favorece la obtención de productos con alto valor nutricional. Por último, el uso de pruebas sensoriales descriptivas, como flash profile, se presenta como una herramienta eficaz en la identificación y evaluación organoléptica. Este enfoque ha sido aplicado en estudios previos para la identificación de mezclas de café de las especies *Coffea canephora* y *Coffea arabica*, contribuyendo a la optimización de las condiciones de tostado y, en consecuencia, a la mejora de la percepción global de las bebidas. Resultados similares han sido reportados por (31) y (32), quienes también destacan la utilidad de estas metodologías en la caracterización de sensoriales de sucedáneos del café.

La prueba sensorial de aceptación demostró que la formulación 2 obtuvo mejor puntuación frente a las demás formulaciones, esta preferencia podría verse influenciada por los procesos de tueste aplicados. Según lo indicado por (33), quienes evaluaron sensorialmente un sucedáneo del café elaborado a partir de *Brosimum alicastrum*, los panelistas prefirieron la formulación sometida a temperaturas de 140 °C. Estos resultados confirman que a mejor temperatura los azúcares y proteínas sufren alteraciones que confieren al producto características organolépticas deseables como color, aroma y sabor. Además, protocolos similares de tostado han demostrado ser ampliamente aplicables en la producción de sucedáneos al café. Por ejemplo, (34) destacó que temperaturas de 180 °C fueron efectivas para la elaboración de sucedáneos a partir de semillas de dátiles, promoviendo un mejor perfil de sabor y aroma en el producto final. Por otro lado, (35) señalan que los sustitutos del café elaborados a partir de otras especies vegetales no solo ofrecen diversidad de sustancias bioactivas, sino también presencia significativa de fibras dietéticas, lo que representa beneficios adicionales para la salud en comparación con el café tradicional.

El sucedáneo a base de chocho (*Lupinus mutabilis*) y haba (*Vicia faba*) según los análisis fisicoquímicos realizados, exhibieron un perfil nutricional significativo, especialmente en cuanto a su contenido proteico. Esto puede atribuirse a las características de las leguminosas empleadas, como el chocho presenta un alto contenido de proteínas (36) y el haba (37). En contraste con otros autores que han reportado valores considerablemente menores: por ejemplo, (38) localizaron un máximo de 9.63 % de proteínas en sucedáneos de café elaborado a partir de semillas de *Durio zibethinus* L., y entre 13 y 15 % en café verde (39). Asimismo, se han documentado valores de proteínas entre 11.1 y 14.1 % en sucedáneos elaborados con semillas de dátil (40). Estos resultados subrayan que las leguminosas utilizadas en este estudio tienen un mayor contenido proteico inicial, lo que las hace viables para la elaboración de alimentos funcionales.

Además, en estos estudios se evaluaron parámetros como humedad, lípidos, cenizas y carbohidratos, cuyos valores fueron relativamente bajos en comparación con los reportados en investigaciones previas (38), (39) y (40). Esto podría explicarse por diversos factores, como la temperatura aplicada durante el tostado, el pretratamiento de las muestras y las condiciones de almacenamiento ya que el tostado a altas temperaturas no lo concentra los nutrientes presentes, sino que también disminuye la humedad y afecta la cantidad de lípidos. Estos resultados refuerzan la importancia de optimizar las condiciones de procesamiento para maximizar la calidad nutricional y organoléptica del producto final. La ausencia de contaminantes microbiológicos resulta fundamental, ya que garantiza la inocuidad del producto. Tal como señala (41), la implementación de protocolos estrictos de higiene durante los procesos de producción alimentaria desempeña un rol crucial en la mitigación del riesgo asociado al desarrollo y propagación de microorganismos patógenos de origen alimentario.

CONCLUSIONES

La formulación de sucedáneos al café comercial a base de leguminosas como chocho (*Lupinus mutabilis*) y haba (*Vicia faba*) demostró ser beneficiosa, ya que estas bebidas ofrecen características organolépticas similares al café comercial. Además, proporcionan macronutrientes esenciales, como proteínas (28.03%), convirtiendo a este producto en una opción libre de cafeína y con un valor nutricional destacable. Los factores claves que influyeron en estos resultados fueron la temperatura y el tiempo de tostado, resultando fundamental para desarrollar el perfil sensorial y nutricional del producto. Las condiciones óptimas de tostado para el chocho se establecieron en 180 °C durante 45 minutos, mientras que para el haba se recomendaron a 180 °C durante 60 minutos. Este protocolo favoreció la formación de reacciones químicas y físicas relevantes, como la reacción de Maillard, contribuyendo a la generación de atributos organolépticos importantes.

La evaluación sensorial identificó a F2 como la de mayor aceptación por el panel sensorial. Esta formulación contenía 15% de harina de chocho y 85% de harina de haba, proporción que resultó en un perfil más sutil con matrices terrosas y suaves simulando el sabor a nueces tostadas complementando el sabor amargo característico del chocho derivado de su alto contenido de alcaloides. Estos resultados sugieren que la combinación de chocho y haba en la elaboración de un sucedáneo al café comercial es viable, puesto que este producto proporciona proteínas y carece de cafeína en comparación a un café comercial. Se recomienda que futuras investigaciones se enfoquen en el potencial antioxidante y perfil químico de este sucedáneo también se sugiere que se realicen estudios de la optimización del tiempo de tostado en otras leguminosas y su aporte nutricional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. International Coffee Organization (ICO). International Coffee Organization-Annually Coffee Market Report (2022/23). London, UK, 2023. Available online: <http://www.ico.org> (accessed on 10 January 2025).
2. Mahmud M, Shellie R, y Keast R. Unravelling the relationship between aroma compounds and consumer acceptance: Coffee as an example. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2020; 19 (5): 2380-2420. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12595>
3. Rodrigues A, Sousa D, Pereira De M, Silva A, Moreira E, Oliviera J, Lopes C, Pinheiro De F, y Almeida L. Efeitos da cafeína na atividade física: uma revisão sistemática com metanálise. *Brazilian Journal of Development*. 2020; 6(11): 91046-91069. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n11-495>
4. Gökçen B, y Sanlier N. Coffee consumption and disease correlations. *Critical reviews in food science and nutrition*. 2019; 59(2): 336-348. <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1369391>
5. Carter P, Yuan S, Kar S, Vithayathil M, Mason A, Burgess S, y Larsson S. Coffee consumption and cancer risk: a Mendelian randomisation study. *Clinical Nutrition*. 2022; 41(10): 2113-2123. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2022.08.019>
6. Barreto Peixoto J, Silva J, Oliveira M, y Alves R. Sustainability issues along the coffee chain: From the field to the cup. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2023; 22(1): 287-332. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.13069>

7. Nawaz M, Tan M, Øiseth S, y Buckow R. An emerging segment of functional legume-based beverages: A review. *Food Reviews International*. 2022; 38(5): 1064-1102. <https://doi.org/10.1080/87559129.2020.1762641>
8. Vera-Vega M, Jimenez-Davalos J, y Zolla G. The micronutrient content in underutilized crops: the *Lupinus mutabilis* sweet case. *Scientific Reports*. 2022; 12(1): 15162. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-19202-8>
9. Rahate K, Madhumita M, y Prabhakar P. Nutritional composition, anti-nutritional factors, pretreatments-cum-processing impact and food formulation potential of faba bean (*Vicia faba* L.): A comprehensive review. *LWT*. 2021; 138: 110796. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110796>
10. Gulisano A, Alves S, Martins J, y Trindade L. Genetics and breeding of *Lupinus mutabilis*: An emerging protein crop. *Frontiers in Plant Science*. 2019; 10: 1385. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01385>
11. Rodríguez-Ortega D, Zambrano J, Pereira-Lorenzo S, Torres A, y Murillo Á. *Lupinus mutabilis* Breeding in the Andes of Ecuador, Peru, and Bolivia: A Review. *Agronomy*. 2023; 14(1): 94. <https://doi.org/10.3390/agronomy14010094>
12. Sotelo-Méndez A, Pascual-Chagman G, Santa-Cruz-Olivos J, Norabuena Meza E, Calizaya-Milla Y, Huaranga-Joaquín A, Vargas-Tapia E, y Saintila J. Fatty Acid Profile and Chemical Composition of Oil from Six Varieties of Lupine (*Lupinus mutabilis*) Consumed in Peru. *Journal of Food Quality*. 2023; 2023(1): 3531839. <https://doi.org/10.1155/2023/3531839>
13. Carvajal-Larenas F. Nutritional, rheological and sensory evaluation of *Lupinus mutabilis* food products—a Review. *Czech Journal of Food Sciences*. 2019; 37(5): 301-311. <https://doi.org/10.17221/4/2019-CJFS>
14. Fornasini M, Castro J, Villacrés E, Narváez L, Villamar M, y Baldeón E. Hypoglycemic effect of *Lupinus mutabilis* in healthy volunteers and subjects with dysglycemia. *Nutricion hospitalaria*. 2012; 27(2): 425-433. <https://doi.org/10.3305/nh.2012.27.2.5412>
15. Lammi C, Zanoni C, Ferruzza S, Ranaldi G, Sambuy Y, y Arnoldi A. Hypocholesterolaemic activity of lupin peptides: Investigation on the crosstalk between human enterocytes and hepatocytes using a co-culture system including Caco-2 and HepG2 cells. *Nutrients*. 2016; 8(7): 437. <https://doi.org/10.3390/nu8070437>
16. Hoehnel A, Axel C, Bez J, Arendt E, y Zannini E. Comparative analysis of plant-based high-protein ingredients and their impact on quality of high-protein bread. *Journal of Cereal Science*. 2019; 89: 102816. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2019.102816>
17. Labba I, Frøkiær H, y Sandberg S. Nutritional and antinutritional composition of faba bean (*Vicia faba* L., var. minor) cultivars. *Food Research International*. 2021; 140: 110038. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.110038>
18. Feng Z, Morton J, Maes E, Kumar L, y Serventi L. Exploring faba beans (*Vicia faba* L.): bioactive compounds, cardiovascular health, and processing insights. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2024; 1-14. <https://doi.org/10.1080/10408398.2024.2387330>
19. Ceramella J, La Torre C, De Luca M, Lacopetta D, Fazio A, Catalano A, Ragno G, Longo P, Sinicropi S, y Rosano C. Exploring the anticancer and antioxidant properties of *Vicia faba* L. pods extracts, a promising source of nutraceuticals. *PeerJ*. 2022; 10: e13683. <https://doi.org/10.7717/peerj.13683>

20. El-Feky M, Elbatanony M, y Mounier M. Anti-cancer potential of the lipoidal and flavonoidal compounds from *Pisum sativum* and *Vicia faba* peels. *Egyptian Journal of Basic and Applied Sciences*. 2018; 5(4): 258-264. <https://doi.org/10.1016/j.ejbas.2018.11.001>.
21. Lee S, Choi E, y Lee G. kinetic modelling of Maillard reaction products and protein content during roasting of coffee beans. *LWT*. 2024; 211: 116950. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.116950>.
22. Ratanasanya S, Chindapan N, Polvichai J, Sirinaovakul B, y Devahastin S. Model-based optimization of coffee roasting process: Model development, prediction, optimization and application to upgrading of Robusta coffee beans. *Journal of food engineering*. 2022; 318: 110888. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2021.110888>.
23. Tahmouzi S, Nasab S, Alizadeh-Salmani B, Zare L, Mollakhalili-Meybodi N, y Nematollahi A. Coffee substitutes: A review of the technology, characteristics, application, and future perspective. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2024; 23(6): e70041. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.70041>.
24. International Standard (ISO). Green coffee-Preparation of samples for use in sensory analysis. ISO 6668. Second edition. Switzerland: ISO, 2008.
25. Association of Official Analytical Chemistry (AOAC). Official Methods of Analysis. 18th Ed. Gaithersburg, MD, USA, 2005.
26. Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). Requisitos del café tostado y molido. NTE INEN 1 123. Quito, Ecuador, 2006.
27. Natania K, y Wijaya E. Optimization of roasting temperature and time of the durian seed (*Durio zibethinus* L.) as coffee substitution and its flavour profile. *Food Res*. 2022; 6(3): 279-287.
28. Ismail B, Huang R, Liu D, Ye X, y Guo M. Potential valorisation of baobab (*Adansonia digitata*) seeds as a coffee substitute: Insights and comparisons on the effect of roasting on quality, sensory profiles, and characterisation of volatile aroma compounds by HS-SPME/GC-MS. *Food Chemistry*. 2022; 394: 133475.
29. Elmaci İ, y Gok I. Effect of three post-harvest methods and roasting degree on sensory profile of Turkish coffee assessed by Turkish and Brazilian panelists. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2021; 101(13): 5368-5377. <https://doi.org/10.1002/jsfa.11185>.
30. Cordoba N, Fernandez-Alduenda M, Moreno F, y Ruiz Y. Coffee extraction: A review of parameters and their influence on the physicochemical characteristics and flavour of coffee brews. *Trends in Food Science & Technology*. 2020; 96: 45-60. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.12.004>.
31. Wang H, Feng X, Suo H, Yuan X, Zhou S, Ren H, y Kan J. Comparison of the performance of the same panel with different training levels: Flash profile versus descriptive analysis. *Food Quality and Preference*. 2022; 99: 104582.
32. Kalschne D, Biasuz T, De Conti A, Viegas M, Corso M, y De Toledo Benassi M. Sensory characterization and acceptance of coffee brews of *C. arabica* and *C. canephora* blended with steamed defective coffee. *Food Research International*. 2019; 124: 234-238. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.03.038>.
33. Durán-Mendoza T, Ramírez-Muñoz I, Pérez-Sánchez C, Guzmán-Ceferino J, May-Gutiérrez M, Acosta-Maas G, y Hernández-Garfias E. Sensory, physico-chemical and microbiological

- characterization of coffee substitute based on *Brosimum alicastrum*. *Journal of Food & Nutrition Research*. 2023; 62(2).
34. Kiesler R, Franke H, y Lachenmeier D. A Comprehensive Review of the Nutritional Composition and Toxicological Profile of Date Seed Coffee (*Phoenix dactylifera*). *Applied Sciences*. 2024; 14(6): 2346.
 35. Mostafa M, Ali E, Gamal M, y Farag A. How do coffee substitutes compare to coffee? A comprehensive review of its quality characteristics, sensory characters, phytochemicals, health benefits and safety. *Food Bioscience*. 2021; 43: 101290.
 36. Abou-Zai F. Evaluation of coffee substitute produced from quinoa. *Asian Research Journal of Current Science*. 2022: 125-133.
 37. Choquetico-Iquiapaza, I. Y., Lopez-Huaman, P., Gómez-Coca, R. B., Encina-Zelada, C. R., Tapia-Blácido, D. R., & Pascual-Chagman, G. J. (2024). Effect of Andean Lupin (*Lupinus mutabilis*) genotype and harvest altitude on the chemical composition and nutritional quality of flours. *Food Bioscience*, 61, 104921. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2024.104921>.
 38. Dhull, S. B., Kidwai, M. K., Noor, R., Chawla, P., & Rose, P. K. (2022). A review of nutritional profile and processing of faba bean (*Vicia faba* L.). *Legume Science*, 4(3), e129. <https://doi.org/10.1002/leg3.129>.
 39. Zhu M, Long Y, Chen Y, Huang Y, Tang L, Gan B, y Xie J. (2021). Fast determination of lipid and protein content in green coffee beans from different origins using NIR spectroscopy and chemometrics. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2021; 102: 104055. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2021.104055>.
 40. Babiker E, Atasoy G, Özcan M, Juhaimi A, Ghafoor K, Ahmed M, y Almusallam A. Bioactive compounds, minerals, fatty acids, color, and sensory profile of roasted date (*Phoenix dactylifera* L.) seed. *Journal of food processing and preservation*. 2020; 44(7): e14495. <https://doi.org/10.1111/jfpp.14495>.
 41. Schirone M, Visciano P, Tofalo R, y Suzzi G. Foodborne pathogens: Hygiene and safety. *Frontiers in microbiology*. 2019; 10: 1974. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.01974>